Aus der Physiologisch-chemischen Anstalt der Universität Basel.

Beiträge zur Kenntnis der mineralischen Zusammensetzung einiger Nahrungsmittel

---

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der hohen medizinischen Fakultät
der Universität Basel

vorgelegt von

Moses Wieser
prakt. Zahnarzt
von
Ob.-Endingen (Aargau)

Buchdruckerei A. Häfliger, Wettingen
1927

Aus der Physiologisch-chemischen Anstalt der Universität Basel.

Beiträge zur Kenntnis der mineralischen Zusammensetzung einiger Nahrungsmittel

---

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der hohen medizinischen Fakultät
der Universität Basel

vorgelegt von

Moses Wieser
prakt. Zahnarzt
von
Ob.-Endingen (Aargau)

Buchdruckerei A. Häfliger, Wettingen
1927

Von der medizinischen Fakultät Basel genehmigt
auf Antrag von Prof. K. Spiro.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meiner lieben Mutter.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546707_0112

I.

Wenn in der physiologischen und pathologischen Forschung der letzten Jahre die Bedeutung der ***Mineralstoffe*** immer mehr hervortritt und ihr deswegen von Seiten der Theoretiker und Praktiker in steigendem Maße die Aufmerksamkeit zugewandt wird, so kann die Zahnheilkunde für sich das Verdienst in Anspruch nehmen, dass sie diesen Punkt schon längst eingehend berücksichtigt und sogar experimentell bearbeitet hat. Die Tatsache, dass es in der Mundhöhle dauernd zur Ausscheidung anorganischer Konkremente kommt, legte schon immer die Vermutung nahe, dass mit dem an und für sich ziemlich harmlosen Zahnstein doch ursächlich andere pathologische Erscheinungen verknüpft sind, und bei dem Dunkel, das namentlich über die Frage der praktisch so wichtigen Zahnkaries besteht, drängte sich immer wieder die Vermutung auf, ob nicht einzelne Salze, beziehungsweise Ionen an diesem Phänomen beteiligt seien. Dies umso mehr, da andererseits die Versuche auf bakteriologischem Wege zu einer Klärung der Frage zu gelangen, versagten und die Tatsache, dass der Zahn selbst ja im wesentlichsten aus anorganischen Stoffen besteht, immer wieder zu der Vorstellung führt, dass der ***Haushalt der anorganischen Stoffe*** in der Mundhöhle irgend eine spezifische Störung erfahren haben könnte.

Es war namentlich der deutsche Zahnarzt Dr. Carl Röse, welcher auf Grund jahrelanger Studien eine Beziehung der Zahnkaries mit den anorganischen Salzen der Nahrung vermutete und hierüber teils selbst Versuche anstellte, teils durch seinen damaligen Assistenten, den inzwischen als Verkünder der Bedeutung des Basenüberschusses so bekannt gewordenen Dr. Ragnar Berg[2]) Jahre hindurch machen ließ. Röse[1]) hat seine Erfahrungen in einem kleinen Werk niedergelegt „Erdsalzarmut und Entartung", dessen wesentlichster Inhalt im folgenden kurz auszugsweise wiedergegeben sei:

„Die Nährsalze unterliegen gerade so wie die Eiweissmoleküle im Körper einem beständigen Stoffwechsel. Nach Hédon und Fleig schwächen die Kaliumsalze die Reizwirkung der Calciumsalze ab. Erdsalzarmut ist praktisch identisch mit Calciumarmut. Röse, der aus Mittelthüringen stammt, wo das Wasser sehr erdsalzreich ist, konstatierte dort gute Zähne; als er 1890 nach Freiburg i/Br. in eine sehr kalkarme Gegend übersiedelte, fand er dort die Zähne schlecht. Es besteht aber bezüglich des Gebisses keine Analogie mit dem Kalkgehalt des Bodens, sondern mit der Härte (Calciumgehalt) des Wassers (bleibende Härte). Man zieht meist weiches Wasser vor, weil es günstiger zum Kochen und Waschen ist, Thee schmeckt besser mit weichem Wasser, Kaffee hingegen besser mit hartem Wasser. Untersuchungen an Schulkindern und Rekruten in Deutschland, Schweden, Dänemark, Holland, Belgien, Böhmen und Schweiz (Frauenfeld) bestätigen, dass mit erhöhtem Calcium- und Magnesiumgehalt des Wassers ein besserer Bau der Gebisse einhergeht. Aber auch die Vererbung übt einen erheblichen Einfluss auf die Qualität der Zähne aus. In erdsalzreichen Gegenden ist die Zahnfarbe, der Zahnschmelz hellgelb bis weissgelb, in erdsalzarmen Gegenden dagegen grau, der Zahnschmelz ist also ebenfalls abhängig von der Härte des Wassers.

Stark alkalischer Speichel (durch organische Basen) ist der beste Schutz gegen Zahnkaries, Alkaleszenz des Speichels geht mit guten Zähnen parallel. Das Trinkwasser hat einen Einfluss auf die Menge und Alkaleszenz des Speichels. Röse machte an sich selbst Versuche, indem er während zwei Monaten kalkarme Nahrung zu sich nahm: keine Milch, Eier, Gemüse, Obst, hingegen viel Fleisch und weisses Brot, darnach nahm er während längerer Zeit kalkreiche Nahrung zu sich; er sah, wie in der zweiten Periode Menge und Alkaleszenz des Speichels anstiegen.

Untersuchungen in Württemberg und Sachsen ergaben, dass Kalk-Armut des Wassers die Militärtauglichkeit herabsetzte, die Leute hatten einen viel kleineren Brustumfang.

Der durchschnittliche Calciumgehalt der Bodenfrüchte schwankt in viel engeren Grenzen als der Kalkgehalt der Ackerböden selbst, beim Calcium besteht ein gewisses Verhältnis, beim Magnesium und Phosphor aber nicht. Die Roggenasche ist unabhängig von der Wasserhärte. Weiches Wasser laugt die Erdsalze der Nahrungsmittel beim Kochen aus, hartes Wasser dagegen lagert sich noch an. Die Kartoffelschale schützt vor der Auslaugung, auch strömender Dampf laugt wenig aus. Trotz verschiedener Ernährung der Tiere, ist ihre Milch ziemlich konstant bezüglich der Mineralsalze, ebenso die Eier. Die Stillungsdauer hängt ab von der Härte des Wassers, auch ist in kalkreichen Gegenden die Rachitis viel seltener.

Zur Bekämpfung der Erdsalzarmut schlug Röse eine Küchenreform vor, die Gemüse sollen in strömendem Wasserdampf möglichst mit hartem Wasser gekocht werden, es sollen calciumhaltige Tafelwässer gebraucht und beim Essen soll jeder Bissen 90 bis 100 mal gekaut werden."

Die Schlußfolgerungen zu denen Röse gelangte, haben nicht Eingang in die allgemeine Therapie gefunden und zwar wohl aus dem einfachen Grunde, weil in dieser biologischen Frage die Verhältnisse doch viel komplizierter liegen und viel verwickelter sind, als dass sie durch so einfache Thesen wie „Erdsalzarmut und Entartung" gelöst werden könnten. Offenbar greifen schon bei den physiologischen Prozessen, geschweige denn bei den pathologischen Prozessen in der Mundhöhle so viele Faktoren ineinander, dass die Rechnung mit einer einzigen Unbekannten nicht zur Klärung der Sachlage führen kann.

Immerhin ist wohl für die Zahnpathologie die Kenntnis unserer Nahrung auch nach der Zusammensetzung ihrer Asche unzweifelhaft von großer Wichtigkeit, und ich habe daher während des Wintersemesters 1926 die im folgenden kurz angegebenen Versuche unternommen. Steht einem ja dank der Entwicklung der Mikrochemie jetzt eine große Reihe von neuen Methoden zur Verfügung, die schon bei der Verwendung von kleineren Materialmengen sichere Ergebnisse liefern. Ich habe teils

die in der physiologisch-chemischen Anstalt selbst angegebenen, (Gadient[3]), Müller[4]), Tschopp[5]) teils die Methoden der Literatur benutzt. Ihre detaillierte Anführung an dieser Stelle erübrigt sich daher. Den Assistenten der Anstalt, namentlich Herrn Dr. Tschopp bin ich für mannigfache Anleitung und Beratung bezw. Ausführung der Analysen zu herzlichem Dank verpflichtet.

Ich gebe im Folgenden abweichend von dem in der Literatur bisher meist üblichen Verfahren, bei dem die Kationen als Oxyde angeführt werden, nur die Werte für die Ionen, aus Gründen, die wohl kaum ausführlicher erörtert zu werden brauchen, da ja die alte von Berzelius ausgehende Bezeichnungsweise sich längst überlebt hat. Auch wo ich Zahlen aus der Literatur zitiere, z. B. aus dem großen Werk von J. König[6]) oder den kleineren von R. Berg[2]) und Schall-Heisler, habe ich sie für diesen Zweck umgerechnet.

Ich bemerke dabei, dass die von mir gefundenen Werte meistens in guter Uebereinstimmung stehen sowohl mit denen von König wie mit denen von Berg, während manche in anderen Lehrbüchern angeführten Werte, worauf Berg mit Recht hinweist, offensichtlich falsch sind und gelegentlich von mir auch als falsch erwiesen wurden.

Für den Zweck der vorliegenden Arbeit habe ich mich grundsätzlich damit begnügt das gegenseitige Verhältnis *zweier* Ionen zu bestimmen, beziehungsweise ein solches zugrunde zu legen. Ich habe dies getan, nicht nur weil für physiologische Erwägungen, die ja der Ausgangspunkt dieser Untersuchungen sind, das gegenseitige Verhältnis der Elemente von größerer Bedeutung ist als ihre absolute Menge, sondern auch weil der Wassergehalt oft ein schwankender ist, und wir leider sehr oft kaum die Möglichkeit haben, die Nahrungsmittel in ganz frischem Zustande zur Analyse zu bringen. Infolge dieses schwankenden Wassergehalts habe ich es deswegen für richtiger befunden, namentlich im ersten Teil nur das Verhältnis Calcium : Kalium in Betracht zu ziehen. Nach dem heutigen Stand unserer physiologischen Erkenntnis muss man für physiologische Erwägungen den Erdkali-

(Calcium)-Gehalt zum mindesten mit dem Kalium, wie wir später sehen werden, am besten auch mit dem Phosphatgehalt in Beziehung setzen.

II.

Das Verhältnis von Kalium : Calcium bei einigen Typen von Nahrungsmitteln.

Zunächst handelte es sich darum, festzustellen, wie starke Differenzen das Verhältnis von Calcium : Kalium bei verschiedenen Nahrungsstoffen, die zur gleichen Körperklasse gehören, aufweist. Ich habe gerade diese beiden Kationen aus den oben erörterten Gründen ausgesucht, weil sie physiologisch in einem oft erwiesenen antagonistischen Verhältnis stehen, und weil auch die meisten physiologisch-pathologischen Erfahrungen bisher an ihnen gemacht worden sind. Ich habe mich zunächst mit der Feststellung an je einem Paar Nahrungsmittel aus verschiedenen Gruppen begnügt, indem ich möglichst solche Beispiele heraussuchte, ***bei denen nach den Angaben in den vorhandenen Tabellen der Faktor sehr different ist.***

1. Brot:

Es wurde untersucht gutes, käufliches Grahambrot und das in Basel übliche Weissbrot. Die von mir gefundenen Zahlen sind wiedergegeben in folgender Tabelle. Ich setze daneben die Werte, wie sie sich aus den Bergschen Tabellen berechnen lassen.

	Eigene Versuche			nach R. Berg		
	Ca mg/%	K mg/%	Ca/K	Ca mg/%	K mg/%	Ca/K
Grahambrot	72,5	247,8	0,29	60,6	188,6	0,32
Weißbrot	37,5	149,5	0,25	28,9	125,9	0,23

Wie man sieht, ist der Unterschied zwischen den beiden Brotarten nach meinen Analysen zwar den absoluten Zahlen nach groß, den relativen nach nur gering, dabei stimmen die Verhältnis-Zahlen mit den von Berg angegebenen hinreichend überein. Die physiologischen Un-

terschiede, die sicher zwischen Grahambrot und Weissbrot bestehen, müssen also darauf beruhen, dass *andere* Bestandteile differieren, wie das bezüglich Wasser, Kohlehydrate und Rohfaser aus der nachfolgenden Tabelle hervorgeht.

	Wasser	Kohlehydrate	Rohfaser	Asche
Grahambrot	41,08	47,56	1,02	1,52
Weißbrot	32,66	57,80	0,31	0,88

Die beiden Brotarten zeigen also auch in dem absoluten Gehalt an Asche starke Unterschiede, in der relativen Zusammensetzung aber ist nach den obigen Zahlen die Differenz klein.

2. Fleisch:

Als zweiten Typus Nahrungsstoffe wählte ich verschiedene Fleischarten und zwar Schweinefleisch und Hammelfleisch (zur Kontrolle der letzteren Zahlen habe ich auch einige Versuche mit Schaf-Fleisch gemacht, die im wesentlichsten das Resultat bestätigten). Meine Befunde sind nachstehend vermerkt:

	Eigene Versuche			nach R. Berg (Wolff)		
	Ca mg/%	K mg/%	Ca/K	Ca mg/%	K mg/%	Ca/K
Schweinefleisch	20,0	487,5	0,041	56,4	326,3	0,17
Hammelfleisch	12,0	458,3	0,026	15,2	352,8	0,043

Wir finden bei beiden Fleischarten einen relativ sehr kleinen Calciumgehalt im Vergleich zu einem hohen Kalium-Gehalt. Dieses Verhältnis zwischen Calcium und Kalium ist ziemlich gleichmäßig, die Differenzen im Calciumgehalt der einzelnen Fleischarten sind zwar relativ beträchtlich, aber den absoluten Werten nach so gering, dass sie für Stoffwechselversuche vollkommen in die Fehlergrenzen fallen. In der Größenordnung stimmen meine Zahlen mit denen der Literatur überein, auch für die anderen Fleischarten, z. B. Rindfleisch und Kalbfleisch ist der Calciumgehalt des Fleisches ein relativ so kleiner, nach gelegentlichen Versuchen etwa 10 mg%, dass er bei Ernährungsversuchen im Vergleich zu dem hohen Kaliumgehalt kaum in Betracht kommt.

3. Fischfleisch:

Ich habe diese Ergebnisse dann auch am Fischfleisch kontrolliert, weil über dieses in der Literatur ganz erhebliche Differenzen angegeben werden. Die folgende Tabelle gibt die von mir erhaltenen Zahlen;

	Eigene Versuche			nach Albu-Neuberg		
	Ca mg/%	K mg/%	Ca/K	Ca mg/%	K mg/%	Ca/K
Zander	25,0	289,25	0,086	21,5	200,0	0,11
Aal	185,0	474,5	0,39	228,0	211,3	1,08

Die Tabelle zeigt nun in der Tat, dass das Fleisch des Zanders erheblich ärmer an Mineralien ist als das des Aals. Ganz besonders fällt aber auf, wie relativ reich das Fleisch des Aals an Calcium ist; nach meinen Analysen ist es 7—8 mal, nach denen der Literatur 10 mal so reich daran als das des Zanders. Und wenn entsprechend das Fleisch des Aals auch an Kalium reicher ist als das des Zanders, so ist doch der Wert für Calcium zu Kalium beim Aal ungefähr $4^1/_2$ mal größer als beim Zander, Hier sehen wir also in der Tat ***sehr erhebliche Differenzen zwischen den gleichen Geweben*** bei Vertretern derselben Tierklasse.

4. Käse:

Ein weiteres Nahrungsmittel, das ich untersuchte war der Käse.

	Eigene Versuche			nach R. Berg		
	Ca mg/%	K mg/%	Ca/K	Ca mg/%	K mg/%	Ca/K
Gervaiskäse	73,0	123,5	0,59	110,9	245,1	0,45
Schweizerkäse	815,0	122,7	6,64	1442,0	231,8	6,22

Die Zahlen zeigen eine ausserordentlich große Differenz zwischen den beiden Käsearten, der eine ist reich an Calcium, der andere daran sehr arm. Die Kaliumzahlen in beiden Käsearten stimmen aber sehr gut überein, sodass dementsprechend das Verhältnis Calcium : Kalium in dem einen Käse ungefähr das 11-fache von dem Wert des anderen ist. Auch in der Literatur lauten die Zahlen ähnlich.

Die Befunde lassen sich wohl in folgender Weise deuten: der Gervaiskäse wird durch Säuerung bereitet, der typische Schweizerkäse aber durch Labung, bei dem einen Käse also geht Calcium in Lösung, bei dem anderen nicht. Es scheint mir von Wichtigkeit, dass dieser Punkt einmal in seiner Bedeutung für die vorliegende Frage hervorgehoben wird.

5. Molke:

Es war wünschenswert, diese Erfahrungen noch zu bestätigen durch Analysen von Molke. Die Zahlen über die Zusammensetzung der Molke schwanken nämlich in der Literatur, was offenbar mit der wechselnden Art der „Molkenbereitung" zusammenhängt. Ich habe infolgedessen meine Bestimmung in der Art gemacht, dass ich frische Milch selbst der Labung unterwarf, und die so gewonnene Molke mit der genuinen Milch, von der ich ausging, verglich. Die erheblichen in der Literatur angegebenen Differenzen in der Zusammensetzung zwischen Milch und Molke werden zum Teil auch darauf beruhen, dass nicht immer Milch und Molke gleicher Herkunft verglichen wurden. Meine Zahlen gibt die folgende Tabelle:

	Eigene Versuche			nach J. König		
	Ca mg/%	K mg/%	Ca/K	Ca mg/%	K mg %	Ca/K
Milch	120,0	146,25	0,82	125,4	159,0	0,79
Molke	64,0	144,3	0,44	13,76	25,55	0,54

Man sieht, auch hier ändert sich der Kaliumgehalt nicht, während der Calciumgehalt ungefähr auf die Hälfte absinkt, letzteres stimmt mit den in der Literatur vorhandenen Zahlen gut überein.

6. Körnerfrüchte:

Als letzte Körperklasse habe ich endlich einige Körnerfrüchte untersucht und zwar Mais, Weizen und Roggen.

	Eigene Versuche			nach J. König		
	Ca mg/%	K mg/%	Ca/K	Ca mg %	K mg/%	Ca/K
Mais	6,0	190,1	0,03	19,5	310,9	0,06
Weizen	30,0	466,4	0,07	40,7	139,0	0,29
Roggen	45,0	458,3	0,09	12,6	548,9	0,02

Die in der vorstehenden Tabelle erhaltenen Zahlen zeigen, dass, worauf ja schon oft hingewiesen wurde, in den Körnern der Kaliumgehalt ausserordentlich hoch ist, den Calciumgehalt dagegen fand ich ausserordentlich niedrig. Die Differenzen zwischen Roggen und Weizen sind in dieser Beziehung nicht größer als es den Fehlergrenzen entspricht, und nach diesen Zahlen verdient bezüglich des Mineralbestandes keine Frucht vor der anderen den Vorzug. Ich sehe in diesen Zahlen eine gute Bestätigung dafür, dass, wofür auch einige von mir gewonnene Zahlen sprechen, die Brote aus Roggen und Weizen nicht erheblich bezüglich des Faktors Calcium : Kalium differieren.

III.

Natrium-Bestimmungen.

Ich habe dann an einigen der oben angegebenen Nahrungsmittel zur Kontrolle meiner Resultate auch einige Natriumbestimmungen gemacht, und da ich dabei teilweise Werte erhielt, die von denen der Literatur stark abweichen, habe ich diese Untersuchungen noch auf eine Reihe anderer Stoffe ausgedehnt, zumal uns ja in der neuen Natriumbestimmungsmethode von E. Tschopp ein sehr expeditives Verfahren für diese Bestimmungen zur Verfügung steht. Ich habe in der folgenden Tabelle die von mir erhaltenen Werte zusammengestellt und füge ihnen die in der Literatur vorhandenen bei.

	Eigene Versuche Na mg/%	Zahlen aus d. Literatur Na mg/%
Magerkäse	207	48,6
Schweizerkäse	419	278,1
Weißbrot	374	366,3
Mais	63	10,2
Zander	178	60,3
Roggen	34	19,7
Weizen	34	38,7
Leibnitz Kakes	356	152,4
Gedörrte Bohnen	143,8	131,3
Endivien	92	109
Roggenmehl	0	
Spinat	80	70,1
Thee	0	
Kaffee	11	Spur

Wie man sieht, weichen meine Resultate stellenweis, aber durchaus nicht immer, von den im Schriftum gegebenen erheblich ab. Für einen Teil der in der Literatur angegebenen Zahlen hat auch schon R. Berg die Ansicht geäussert, dass sie falsch sind, war doch auch gerade die Methode zur Natriumbestimmung bisher die am wenigsten zuverlässige.

Von Interesse erscheinen mir noch folgende Ergebnisse: für die Werte von Kalium und Natrium bestätigt sich auch hier wieder, dass zwischen Roggen und Weizen nach der Aschenzusammensetzung hin keine erhebliche Differenz besteht, während der Mais immerhin, wie wir auch oben schon gesehen haben, nicht unerheblich abweicht.

Die beiden Käsearten unterscheiden sich, aber allerdings längst nicht so stark, wie die Zahlen der Literatur angeben, vermutlich handelt es sich hier um Differenzen der Zubereitung (Kochsalz-Zusatz!).

Aehnliches dürfte wohl auch für die beiden Brotarten gelten. Bestimmt nehme ich das für die Bohnen an, von denen mir mitgeteilt wurde, dass sie vor dem Dörren in kochsalzhaltigem Wasser einmal aufgekocht worden sind. Gerade wegen des Kochsalzzusatzes ist ja bei allen Natriumbestimmungen, wenn es sich nicht um genuines Material handelt, d. h. wenn nicht eine von der Natur gelieferte Substanz direkt analysiert wird, immer eine gewisse Reserve geboten.

IV.

Der Einfluß des Kochens auf die mineralische Zusammensetzung von Nahrungs- und Genußmitteln.

Ueber den Einfluß des Kochens auf die Aschenbestandteile der Nahrungsmittel ist eine große Anzahl von Analysen, namentlich von Röse, Berg und Anderen aus den im ersten Kapitel erörterten Gründen gemacht worden. Ich möchte zu dieser Frage auch einen kleinen Beitrag durch Versuche liefern, die von folgenden Gesichtspunkten ausgegangen sind; Herr Dr. K. Klinke

hat in unserem Institut in bisher unveröffentlichten Versuchen zeigen können, dass das Calciumphosphat in Natriumchlorid erheblich löslich ist, ein Befund, dessen Bedeutung für die Physiologie des Calciums von ihm selbst erörtert werden wird. Wir sind nun gewohnt, die meisten bezw. sehr viele Nahrungsstoffe in kochsalzhaltigem Wasser aufzukochen, speziell gilt das für die Kartoffel. Es erhebt sich daher die Frage, ob nicht durch das Ausbrühen mit kochsalzhaltigem Wasser sehr viel mehr Calcium aus den Nahrungsstoffen entfernt wird, als beim Kochen mit reinem Wasser. Das ist in der Tat der Fall, wie folgender Versuch zeigt:

Je 50 g geschälte und in gleich große Stückchen geschnittene Kartoffeln wurden in 100 ccm destilliertem Wasser und in 100 ccm 1%iger Natriumchloridlösung 30 Minuten lang gekocht und das Kochwasser in einen Messzylinder dekantiert.

Es gingen in Lösung aus 50 g Kartoffeln:

	in Wasser	in Natriumchloridlösung
Calcium	0,4 mg	1,5 mg
Kalium	102 mg	92,8 mg

Vom Kalium also ungefähr gleiche Mengen, vom Calcium aber in das Natriumchlorid-Wasser 3 3/4 mal mehr als in reines Wasser, was bei dem geringen Calciumgehalt der Kartoffeln umso mehr ins Gewicht fällt.

Ich habe dann im Anschluß an diese Versuche auch Kaffee und Thee miteinander verglichen. Es schwanken beide in zwar nicht erheblichem, aber immerhin doch nachweisbarem Maße, wie wir oben gesehen haben, in ihrem Natriumgehalt. Die weitere Analyse ergab:

	Eigene Versuche			nach J. König		
	Ca g/%	K g/%	Ca/K	Ca g/%	K g/%	Ca/K
Kaffeebohnen	0,133	1,592	0,0835	0,143	1,657	0,087
Theeblätter	0,355	1,251	0,28	0,456	1,450	0,32

Beide Genussmittel sind nach meinen Analysen reich an Kalium und relativ arm an Calcium. Die von mir gefundenen Werte stimmen mit denen von König hin-

reichend überein. Der niedrige Wert für Kalium in Bergs Tabellen beruht vermutlich auf einem Druckfehler.

Ich habe dann von beiden Genußmitteln Aufgüsse gemacht und zwar in dem Verhältnis, wie es meist üblich ist, und wie es dem Gehalt der beiden Stoffe an Thein entspricht, d. h. ich habe ungefähr 15 g Kaffee verglichen mit 5–6 g Thee. Dabei ergab sich nun interessanterweise, dass von dem Kaliumgehalt beider Stoffe fast alles in Lösung ging, während es beim Calcium nur ein sehr kleiner Teil war, z. B. beim Kaffee ungefähr $^1/_5$, von 133 mg nur 27 mg, während beim Thee das Verhältnis anders war, indem ungefähr $^4/_7$ in Lösung gingen, 200 mg von den Ganzen 355. Wichtiger ist, dass zwar beide Aschebestandteile im Theeaufguss in ungefähr der dreifachen Menge vorhanden sind als im Kaffeeaufguss, das Verhältnis Calcium : Kalium aber ungefähr das gleiche ist, nämlich im Kaffee = 1,17, im Thee = 1,15.

V.

Unterschiede zwischen Hafer- und Grünfutter.

Von den ***Einflüssen,*** die die Mineralsalz-Zusammensetzung der Nahrung ***auf das Verhalten der Tiere*** hat, ist wohl kaum einer so interessant, wie derjenige welcher beim Wechsel von Grünfutter zu Hafernahrung bei Kaninchen festgestellt wurde. Seit zuerst W. Wiechovski mit seinen Schülern auch analytisch eine Transmineralisation der Tiere beim Wechsel der Nahrung festgestellt hat, ist eine ganze Reihe von Untersuchungen auf diesem Gebiet erschienen. Ich nenne nur die von E. Abderhalden und Wertheimer[7]), von Page[8]), von Pincussen und aus jüngster Zeit die von Gigon und Lüdin[9]), Tschopp[10]) und Geiger und Szirtes[11]). Wenn man versucht, einen Zusammenhang zwischen Nahrung und physiologischem Verhalten festzustellen, d. h. wenn man genau festzustellen sucht, welcher Teil-Faktor der ***Transmineralisation*** der physiologisch entscheidende ist, so stößt man auf die größten Schwierigkeiten. Es sind in unserem Institut wiederholt Untersuchungen über

die Zusammensetzung des sogenannten Grünfutters einerseits und des Hafers anderseits gemacht worden. Wenn man nun die Zahlen für die einzelnen Stoffe in der üblichen Weise vergleicht, speziell die elektropositiven Bestandteile, so kommt man, gleichgültig welche Faktoren man betrachtet, zu keinem übereinstimmenden Ergebnis, wie folgende kleine Tabelle zeigt:

	K/Na mg %	Ca/Na mg %	Ca/K mg %
Winterkohl	10,39	3,97	3,82
Weißkohl	8,93	1,83	0,21
Möhren	1,15	0,59	0,51
Hafer ungeschält	7,10	1,23	0,17
Hafer geschält	4,81	1,84	0,38

Milliaequivalente:

	P	K	Ca	Cl	H_2O	Kohlehydrate	Ueberwieg. Aequival.
Möhren	3,97	5,77	2,97	0,95	86-88	7-9	+
Weißkraut	9,10	12,55	2,49	1,05	90	4-5	+
Wurzelgewächse	3-5	5-8	1,5-3	0,8-2	80-92	6-15	+
Gemüse	2,6-12	5-10	1,5-6	0,7-3	85-94	2-6	+
Hülsenfrüchte	30-50	5-25	1,5-7	0,8-2	12-15	40	—
Kraftmehle	25-55	3-20	3-5	0,9-2,5	8-13	60	—

Das Verhältnis nur der Kationen zu einander kann uns also über die physiologisch so bedeutungsvolle Verschiedenheit nicht aufklären. Es lag daher nahe, auch das Verhältnis der Anionen zu berücksichtigen, deren Bedeutung schon wiederholt betont wurde. Sieht man sich die vorhandenen Zahlen an für Hülsenfrüchte und Kraftmehle einerseits, für Gemüse und Wurzelfrüchte andererseits, so fällt einem in der Tat eine sehr starke Differenz in die Augen, die am besten aus den folgenden Zahlen hervorgeht:

	Futterzufuhr			
	Ca	P	Kohlehydrate	Fett
100 Hafer	0,077	0,338	59,7	4,50
440 Rüben	0,262	0,18	38,3	0,88
100 Hafer geschält	0,073	0,28	58,7	4,5

Das Grünfutter-Kaninchen lieferte täglich 10 g Kot und 100 ccm Harn, das Hafer-Kaninchen täglich 20 g Kot und 20 ccm Harn.

	Grünfutter-Tier	Hafer-Tier
	10 g Kot enthalten:	20 g Kot enthalten:
P_H	7,34 (NaCl-Extrakt d. Kotes)	7,0
K	82,87 mg = 2,12 Millimol	203,12 = 5,196 Millimol
Ca	227,5 mg = 5,68 Millimol	92,0 = 2,296 Millimol
Ca/K	0,373	2,263
P	102,04	173,16
K-Grünf./K-Hafer = 0,408		
Ca-Grünf./Ca-Hafer = 2,47		
	100 ccm Harn enthalten:	20 ccm Harn enthalten:
P_H	8,34	8,27
K	560,0 mg = 14,32 Millimol	112 mg = 2,864 Millimol
Ca	7,2 mg = 0,18 Millimol	2,56 mg = 0,0639 Millimol
Ca/K	79,71	44,83
P	34,8 mg	9,68 mg
Ka-Grünf./K-Hafer = 5		
Ca-Grünf./Ca-Hafer = 2,82		

Da es üblich zu werden droht, aus dem P_H eines Kotextrakts Schlüße auf die Regulation des Säuren-Basengleichgewichts durch den Darm zu ziehen, sei ausdrücklich auf die obigen Calcium- und Phosphor-Analysen hingewiesen. Die Unterschiede im elektrometrisch gemessenen P_H sind gering, und doch haben wir ein Verhältnis Calcium : Phosphor im Grünfutterkot = 2, im Haferkot = 0,5!

Es widerspricht ja auch den elementarsten Grundsätzen der physikalischen Chemie aus der Analyse einer überstehenden Flüssigkeit ohne Berücksichtigung des Bodenkörpers auf das Gleichgewicht des ganzen Systems zu schließen.

Wenn man Zufuhr und Ausfuhr miteinander vergleicht, so sieht man zunächst, dass beide Tiere ungefähr im Calciumgleichgewicht sind. Die Ausscheidung von Calcium ist entsprechend der Zufuhr beim Hafertier erheblich geringer als die beim Rübentier, während die Phosphorausscheidung trotz Differenz der Zufuhr

bei beiden Tieren ungefähr die gleiche ist. Wichtig scheint mir, dass man das Verhältnis zwischen Calcium und Phosphat betrachtet. In den Rüben ist (siehe Tabelle) viel mehr Calcium als Phosphor vorhanden, in dem Hafer umgekehrt. Wenn man nun als weiteren Punkt bedenkt, dass entsprechend der zugeführten Nahrungsmenge der Calciumgehalt bei der Rübennahrung erheblich über dem bei Haferfütterung liegt, so können wir uns auch so ausdrücken, dass an das Calcium ***nicht*** gebundene Phosphorsäure in erheblich höherem Maße dem Hafertier zur Verfügung steht als dem Rübentier, und ich glaube, das ist ein wesentlicher Punkt.

Wir wissen heute, namentlich durch Geelmuyden welch zentrale Rolle den Kohlehydraten nicht nur als Energiequelle, sondern überhaupt im intermediären Stoffwechsel des Organismus zukommt. Die Kohlehyratverbrennung selbst findet unter Beteiligung der Phosphorsäure statt und deswegen möchte ich mit aller gebotenen Reserve die Vermutung aussprechen, dass dies der Grund ist, weswegen Hafertiere Kohlehydrate besser verbrennen als Rübentiere. Es ist eine alte Erfahrung, dass man an letzteren leichter eine Glykosurie erzeugen kann als an ersteren, sie neigen zu jener Störung des Kohlehydrathaushalts, die Geiger-Szirtes als „dysglykometabolische" Störung bezeichnen, und vielleicht kann man hierin auch den Grund sehen, warum die „Haferkuren" (Haferflocken mit 44,34 Phosphorsäure-Aequivalenten gegen 2,5 Calcium-Aequivalente bis zu den Kartoffeln mit 7,64 PO_4-Aequivalent gegen 0,8 Ca-Aequivalent) oder auch Darreichung von Natriumphosphat selbst in der Therapie des Diabetes eine so wichtige Rolle spielen.

LITERATUR

[1]) C. Röse, Erdsalzarmut und Entartung, Verlag J. Springer, Berlin 1908.

[2]) R. Berg, Die Nahrungs- und Genußmittel, 4. verm. Aufl. Verlag f. angew. Lebenspflege 1926.

[3]) St. Gadient, Helv. chim. act. *6,* 928 (1923).

[4]) H. Müller, ibid. *6,* 1152 (1923).

[5]) E. Tschopp, ibid. *8,* 893 (1925).

[6]) J. König, Nahrung und Ernährung des Menschen, Verlag J. Springer, 1926.

[7]) E. Abderhalden u. Wertheimer, Pflügers Arch. *205,* 599 und *206,* 451.

[8]) Page, Amer. Journ. of. physiol. *66,* 1 (1923).

[9]) A. Gigon und M. Lüdin, Schweiz. med. Wochensch. *57,* 221 (1927).

[10]) E. Tschopp, ibid. 223 (1927).

[11]) Geiger-Szirtes, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. *119,* 1 (1927).